

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Offenlegungsschrift

⑪ DE 3121491 A1

⑯ Int. Cl. 3:

B44F1/12

B 41 M 3/14

D 21 H 5/10

G 07 D 7/00

⑯ Aktenzeichen: P 31 21 491.6

⑯ Anmeldetag: 29. 5. 81

⑯ Offenlegungstag: 13. 5. 82

Berechtigung

⑯ Innere Priorität:
13.06.80 DE 30223291

30.05.80 DE 30206009

⑯ Erfinder:

Kaule, Wittich, Dipl.-Phys. Dr., 8035 Gauting, DE; Schwenk, Gerhard, Dipl.-Chem. Dr., 8031 Puchheim, DE; Stenzel, Gerhard, Dipl.-Phys. Dr., 8000 München, DE

⑯ Anmelder:

GAO Gesellschaft für Automation und Organisation mbH,
8000 München, DE

⑯ Wertpapier mit Echtheitsmerkmalen in Form von lumineszierenden Substanzen, sowie Verfahren zur Echtheitsprüfung des Wertpapiers und Vorrichtung zum Durchführen des Prüfverfahrens

Wertpapier mit einverleibten oder aufgedruckten lumineszierenden Echtheitskennzeichen, welche im sichtbaren Bereich des optischen Spektrums absorbierenden oder im Infraroten einen transparenten Bereich haben in dem der Luminophor auch emittiert. Durch die Absorption im Sichtbaren werden unerwünschte parasitäre Emissionen unterdrückt, welche die Luminophore bei entsprechender Anregung visuell erkennbar machen würden. Zum Nachweis der Echtheit des Dokuments wird die Emission im Infraroten herangezogen. Geeignete Luminophore sind Seltenerdmetall-Luminophore in geeigneten Wirtsgittern, insbesondere in Ferritgittern oder Granatgittern, welche als absorbierende Elemente Übergangsmetallionen enthalten. (31 21 491)

DE 3121491 A1

GAO
Gesellschaft für Automation
und Organisation mbH
Euckenstraße 12
8000 München 70

"Wertpapier mit Echtheitsmerkmalen in Form von lumineszierenden Substanzen, sowie Verfahren zur Echtheitsprüfung des Wertpapiers und Vorrichtung zur Durchführung des Prüfverfahrens".

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Wertpapier mit Echtheitsmerkmalen in Form von lumineszierenden Substanzen auf der Basis von mit Seltenerdmetallen dotierten Wirtsgittern, dadurch gekennzeichnet, daß das Wirtsgitter im wesentlichen im gesamten sichtbaren Bereich und gegebenenfalls zusätzlich im nahen IR absorbiert und in wesentlichen Teilen des sichtbaren oder des nahen IR-Bereichs anregbar ist und im IR einen optisch transparenten Bereich hat, in dem die Substanz ausschließlich emittiert.

29.05.81

2. Wertpapier nach Anspruch 1, dadurch ~~gekennzeichnet~~, daß das absorbierende Wirtsgitter an die Emissionslinien der verwendeten Dotierung derart angepaßt ist, daß es zumindest in den Bereichen der sichtbaren und gegebenenfalls im nahen IR befindlichen Emissionslinien derart stark absorbiert, daß jede im sichtbaren Bereich und gegebenenfalls im nahen IR-Bereich auftretende Emission unterdrückt wird.

10 3. Wertpapier nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ~~gekennzeichnet~~, daß das Wirtsgitter ein Mischgitter aus einem im sichtbaren und gegebenenfalls im nahen IR-Bereich absorbierenden und einem nichtabsorbierenden Gitter gleicher Struktur ist.

15 4. Wertpapier nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ~~gekennzeichnet~~, daß das Wirtsgitter als aktive Dotierung Ionen der Sel tenerdmetalle insbesondere Elemente der Ordnungszahl 58 bis 71 enthält.

20 5. Wertpapier nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ~~gekennzeichnet~~, daß das Absorptionsvermögen durch den Anteil von absorbierenden zu nichtabsorbierenden Wirtsgitterbestandteilen eingestellt ist.

29.01.01

6. Wertpapier nach Anspruch 1, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß der optisch
transparente Bereich zwischen 0,7 und 10 μm
liegt.

5 7. Wertpapier nach Anspruch 6, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß der optisch
transparente Bereich zwischen 1,1 und 10 μm
liegt.

10 8. Wertpapier nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß
das Wirtsgitter als absorbierende Elemente im
sichtbaren und gegebenenfalls nahen IR absor-
bierende Übergangsmetallionen enthält.

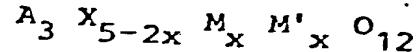
15 9. Wertpapier nach Anspruch 8, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß das Wirtsgitter
als absorbierende Elemente Metalle der Neben-
gruppen VI, VII oder VIII enthält.

20 10. Wertpapier nach Anspruch 9, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß das Wirtsgitter
als absorbierende Elemente Kobalt, Nickel,
Mangan oder Eisen enthält.

25 11. Wertpapier nach einem oder mehreren der An-
sprüche 8 bis 10, dadurch g e k e n n z e i c h -
n e t , daß das Wirtsgitter eine Granatstruktur,
eine Perowskitstruktur oder Ferritstruktur aufweist.

30

12. Wertpapier nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Granatstruktur durch die allgemeine Formel



beschreiben läßt, wobei

A die Seltenerdmetalle mit Ausnahme von Neodym, Praseodym und Lanthan sowie deren Gemische untereinander oder mit Lanthan, Praseodym, Neodym und Wismut,

X ein Metall aus der Gruppe Eisen, Aluminium, Gallium und Indium,

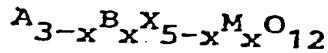
15 M ein Metall aus der Gruppe Eisen, Kobalt, Nickel, Mangan und Zink,

M' ein Element aus der Gruppe Silizium, Germanium, Zinn und Zirkonium

20 bedeutet und der Index x Werte zwischen 0 und 2,5 annehmen kann.

13. Wertpapier nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Wirtsgitter $Y_3 Fe_4 Ni_{0,5} Ge_{0,5} O_{12}$ ist

30 14. Wertpapier nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Granatstruktur durch die allgemeine Formel



beschreiben läßt, wobei

29.05.01

A die Seltenerdmetalle mit Ausnahme von Neodym, Praseodym und Lanthan sowie deren Gemische untereinander oder mit Neodym, Praseodym, Lanthan und Wismut,

5 B ein Element aus der Gruppe Magnesium, Kalzium, Strontium, Barium, Mangan, Zink und Kadmium,

10 X ein Metall aus der Gruppe Eisen, Aluminium, Gallium und Indium,

M ein Element aus der Gruppe Silizium, Germanium, Zinn, Tellur, Zirkonium und Titan

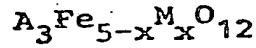
15 bedeutet und der Index x Werte zwischen Null und 3 annehmen kann.

20 15. Wertpapier nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Wirtsgitter

$$Y_2CaFe_4SiO_{12}$$

 ist.

25 16. Wertpapier nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Granatstruktur durch die allgemeine Formel



beschreiben läßt, wobei

30 A die Seltenerdmetalle mit Ausnahme von Neodym, Praseodym und Lanthan sowie deren Gemische untereinander oder mit Neodym, Praseodym, Lanthan und Wismut,

29.06.81

M ein Metall aus der Gruppe Aluminium, Gallium,
Indium und Chrom

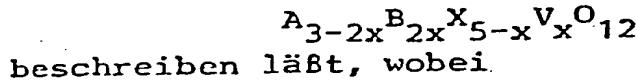
5 bedeutet und der Index x Werte zwischen 0 und 5
annehmen kann.

17. Wertpapier nach Anspruch 16, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß das Wirtsgitter



ist.

15 18. Wertpapier nach Anspruch 11, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß sich die Granat-
struktur durch die allgemeine Formel



20 A die Seltenerdmetalle mit Ausnahme von Neodym, Pra-
seodym und Lanthan sowie deren Gemische untereinander
oder mit Neodym, Praseodym, Lanthan und Wismuth,

25 B ein Element aus der Gruppe Magnesium, Kalzium,
Strontium und Barium,

X ein Element aus der Gruppe Aluminium, Gallium,
Indium und Eisen

30 bedeutet und der Index x Werte zwischen 0 und 1,5
annehmen kann.

19. Wertpapier nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Wirtsgitter.



ist.

5 20. Wertpapier nach einem oder mehreren der vorangeghenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Wirtsgitter eine Perovskitstruktur nach der allgemeinen Formel

10



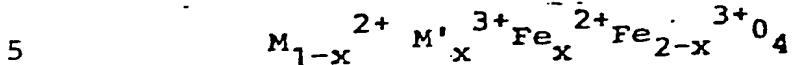
aufweist, wobei

A ein Seltenerdmetall und/oder Wismut und

15

X ein oder mehrere absorbierende Übergangsmetalle, vorzugsweise Kobalt, Nickel, Mangan oder Eisen bedeuten.

21. Wertpapier nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Wirtsgitter eine Ferritstruktur nach der allgemeinen Formel



aufweist, wobei

M ein oder mehrere zweiwertige Metalle aus der Gruppe Indium, Kadmium, Kobalt, Mangan, Eisen, Nickel, 10 Kupfer oder Magnesium,

M' für ein oder mehrere dreiwertige Lanthanide (Ordnungszahl 58-71) steht und der Index x Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann.

15 22. Wertpapier nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die lumineszierende Substanz mindestens einer der Druckfarben zugesetzt ist.

20 23. Wertpapier nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Absorptionsvermögen in Abhängigkeit von der Helligkeit der verwendeten Druckfarbe derart gewählt ist, daß keine oder nahezu keine Verfälschung der Druckfarben eintritt.

25 24. Wertpapier nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anwendung in sehr hellen Druckfarben die lumineszierende Substanz mit nur geringem Absorptionsvermögen ausgestattet ist.

30 35 25. Wertpapier nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß bei Anwendung in sehr dunklen Druckfarben die lumineszierende Substanz mit relativ hohem Absorptionsvermögen ausgestattet ist.

26. Wertpapier nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ~~gekenn~~ - ~~zeichnet~~, daß die lumineszierende Substanz der Papiermasse beigemischt ist.

5

27. Wertpapier nach Anspruch 22 oder 26, dadurch ~~gekenn~~ ~~zeichnet~~, daß die lumineszierende Substanz zumindest teilweise großflächig auf/in dem Wertpapier vorgesehen ist.

10

28. Wertpapier nach Anspruch 27, dadurch ~~gekenn~~ - ~~zeichnet~~, daß die lumineszierende Substanz in Form von Streifen auf/im Wertpapier vorgesehen ist.

15

29. Wertpapier nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ~~gekenn~~ - ~~zeichnet~~, daß die lumineszierende Substanz als unsichtbare, das Wertpapier zumindest teilweise bedeckende Schicht, vorgesehen ist.

20

30. Wertpapier nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ~~gekenn~~ ~~zeichnet~~, daß die lumineszierende Substanz durch entsprechend präparierte Melierfasern im Papervolumen vorliegt.

25

31. Wertpapier nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ~~gekenn~~ ~~zeichnet~~, daß die lumineszierende Substanz durch einen entsprechend präparierten Sicherheitsfaden im Papervolumen vorliegt.

30

...

29.05.81

32. Prüfverfahren zur Echtheitsprüfung eines Wertpapiers nach einem der Ansprüche 1 - 31, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl das Anregungslicht als auch das emittierte Lumineszenzlicht in mehrere Kanäle bestimmter spektraler Bandbreite aufgeteilt wird und daß das Lumineszenzlicht in den einzelnen Emissionskanälen in Abhängigkeit von den in zeitlicher Folge nacheinander zur Anregung herangezogenen spektral begrenzten Anregungskanälen gemessen und daß die so erhaltene Meßwertmatrix als Echtheitskriterium verwendet wird.

15. 33. Prüfverfahren zur Echtheitsprüfung eines Wertpapiers nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl das Anregungs- und Emissionsspektrum jeweils in drei nicht überlappende Kanäle bestimmter spektraler Bandbreite aufgeteilt werden.

20. 34. Vorrichtung für Anwendung eines Prüfverfahrens nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufteilung des Anregungs- und des Emissionsspektrums in mehrere Kanäle bestimmter spektraler Bandbreite mittels Interferenzfilter erfolgt.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Wertpapier mit Echtheitsmerkmalen in Form von lumineszierenden Substanzen auf der Basis von mit Seltenerdmetallen dotierten Wirtsgittern.

5 Unter der Bezeichnung "Wertpapier" werden hier Banknoten, Scheckformulare, Aktien und Briefmarken sowie Ausweise, Kreditkarten, Scheckkarten, Pässe, Flugscheine und andere Urkunden und Dokumente verstanden.

10 Die Absicherung von Wertpapieren gegen Fälschung mittels lumineszierender Substanzen ist schon seit langem bekannt. Bereits in der DE-PS 449 133 aus dem Jahre 1925 und der DE-PS 497 037 aus dem Jahre 15 1926 wird das Einbringen von lumineszierenden Substanzen in Wertpapiere beschrieben, wobei die Luminophore mit ultravioletten oder anderen unsichtbaren Strahlen anregbar sind und im sichtbaren Bereich emittieren.

20 In den US-PS 34 73 027 und 35 25 698 sind Luminophore und deren Verwendung als Codierfarben auf der Basis von mit Seltenerdmetallen dotierten Wirtsgittern, die gegebenenfalls koaktiviert sind, beschrieben, bei denen die Anregung im UV-Bereich und kurzweligen sichtbaren Bereich und die Emission im sichtbaren oder IR-Bereich erfolgen kann, wobei die Emissionen im IR-Bereich zur Erweiterung des verwendbaren Spektralbereiches Verwendung 25 30 finden.

29.08.81

Die in der DE-OS 25 47 768 beschriebenen koaktivierte Ytterbium-Erbium Seltenerdmetall-Luminophore werden im IR-Bereich angeregt und emittieren im sichtbaren Bereich.

5

Die Verwendung von Luminophoren zur Absicherung von Datenträgern wird ferner in der DE-OS 15 99 011 beschrieben sowie in der DE-OS 29 03 073, wobei die dort beschriebenen Leuchtstoffe im IR-Bereich angeregt werden und emittieren.

10.

In der Patentliteratur und der wissenschaftlichen Literatur wurden eine sehr große Anzahl verschiedener Seltenerdmetall-Luminophore beschrieben,

15

die als Einkristalle für Festkörperlaser und andere Zwecke geeignet sind. Beispielsweise kann auf die US-PS 34 47 851 und 34 80 877 hingewiesen werden, in denen Kristalle mit Granatstruktur für die Lasertechnik und für andere Zwecke beschrieben werden, jedoch die Absicherung von Wertpapieren mit Luminophoren nicht angesprochen ist.

20

Der Stand der Technik bezüglich der Absicherung von Wertpapieren mit lumineszierenden Substanzen läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß die Anregung der Luminophore im nicht sichtbaren Bereich, d. h. im UV- oder IR-Bereich, erfolgt, während die Emission im sichtbaren Spektrum entweder erwünscht ist oder als nicht störend angesehen wird.

30

Die Luminophore werden bei Wertpapieren als Papierzusätze, als Papiereinlagerungen, beispielsweise als Melierfasern oder Sicherheitsfäden, oder in Druckfarben eingesetzt.

5

Es hat sich herausgestellt, daß bei der Absicherung von Wertpapieren mit Seltenerdmetall-Luminophoren wegen ihrer im folgenden beschriebenen Eigenschaften Schwierigkeiten auftreten. In neueren Veröffentlichungen werden daher meist "Datenkarten", d. h. im allgemeinen mehrschichtige Wertpapiere beschrieben, bei denen diese Schwierigkeiten, z. B. durch dicke Siebdruckschichten, Folieneinbettung oder dergleichen, umgangen werden können.

15

Schwierigkeiten bei der Absicherung von Wertpapieren, insbesondere Banknoten, mit Seltenerdmetall-Luminophoren ergeben sich durch deren Korngröße. In den bereits vorgenannten Druckschriften, nämlich der US-PS 34 73 027 und der DE-OS 25 47 768 werden Korngrößen von einigen μm aufwärts genannt. Für übliche Druckpigmente sind jedoch Korngrößen unter $1\mu\text{m}$ erforderlich. Übliche bisher verwendete Seltenerdmetall-Luminophore weisen beim Zerkleinern unter einer bestimmten Korngröße keine ausreichende Effektivität mehr auf. Sie müssen daher in großen Mengen eingesetzt werden; dies verursacht hohe Kosten und führt häufig zu nicht lösabaren technologischen Problemen, weil dazu die Grenze der Belastbarkeit der Druckfarbe mit Zusatzstoffen überschritten werden müßte.

35

Zur Umgehung dieser Schwierigkeiten bezüglich der Korngröße werden teilweise lösliche organische Seltenerdmetall-Luminophore beschrieben, die jedoch naturgemäß nicht die für den Banknotendruck erforderliche Lösungsmittellechtheit aufweisen.

Bei der Absicherung von Wertpapieren wurde bisher bevorzugt Wert darauf gelegt, daß bei Anregung im UV- oder IR-Bereich Lumineszenz im sichtbaren Bereich auftritt oder in dem mit handelsüblichen Bildwandlern leicht zugänglichen nahen IR-Bereich. Bei der automatischen Echtheitserkennung von Wertpapieren stellt es jedoch einen zusätzlichen Sicherheitsfaktor dar, wenn die Absicherung nicht sichtbar ist oder es nicht möglich ist, diese mit üblichen Hilfsmitteln sichtbar zu machen.

In der DE-OS 15 99 011 wurde zur Tarnung von Beschriftungen bereits das Abdecken mit einer Folie vorgeschlagen. Abgesehen davon, daß die Folie selbst sichtbar ist und damit auf den Ort der Beschriftung besonders hinweist, ist die Abdeckung mit Folien bei Banknoten und ähnlichen Wertpapieren unzweckmäßig.

5 Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung von Wertpapieren mit einer Absicherung in Form von lumineszierenden Substanzen, die möglichst schwer erkennbar sind und insbesondere keine Emission im sichtbaren Spektralbereich zeigen und die in geringer Menge eingesetzt werden können.

10 Gegenstand der Erfindung ist ein Wertpapier mit lumineszierenden Substanzen auf der Basis von mit Seltenerdmetallen dotierten Wirtsgittern, das dadurch gekennzeichnet ist, daß das Wirtsgitter im wesentlichen im gesamten sichtbaren Bereich und gegebenenfalls zusätzlich im nahen IR absorbiert und in wesentlichen Teilen des sichtbaren oder des nahen IR-Bereichs anregbar ist und im IR einen optisch transparenten Bereich hat, in dem die Substanz ausschließlich emittiert.

20 25 Das Wirtsgitter enthält als absorbierenden Gitterbestandteil vorzugsweise ein Übergangsmetall, insbesondere ein Metall der Nebengruppen VI, VII und VIII des Periodischen Systems der Elemente. Besonders geeignet sind Kobalt, Nickel, Mangan und Eisen, wobei das Wirtsgitter vorzugsweise eine Perovskit- oder Granatstruktur aufweist.

Der optisch transparente Bereich oder das optische Fenster des Wirtsgitters liegt vorzugsweise zwischen 1,1 und 10 μm oder 0,7 und 10 μm .

...

29.05.81

Außerhalb des optischen Fensters und insbesondere im sichtbaren oder nahen IR-Bereich liegende Emissionen werden durch das Absorptionsverhalten des Wirtsgitters unterdrückt. Beispielsweise werden 5 bei einem optischen Fenster von 1,1 bis 8 μm und einem Absorptionsbereich von 0,3 bis 1,1 μm alle Emissionslinien im sichtbaren Bereich und im nahen IR-Bereich, der mit einem handelsüblichen Bildwandler zugänglich ist, unterdrückt. Auf diese 10 Weise ist sichergestellt, daß bei jedweder Anregung der Luminophore keine Emission im sichtbaren Bereich und dem leicht zugänglichen nahen IR-Bereich auftreten kann und somit die Absicherung absolut "unsichtbar" bzw. eine Mustererkennung auch bei Anwendung üblicher technischer 15 Hilfsmittel nicht möglich ist.

Die Anwendung von Seltenerdmetall-Luminophoren mit im gesamten sichtbaren Bereich absorbierendem Gitter wurde bisher nur für Laser vorgeschlagen. Dieser Vorschlag fand jedoch keine technische Anwendung. Aus diesem Grund ist eine handelsübliche 20 Verfügbarkeit der bei den erfindungsgemäßen Wertpapieren eingesetzten lumineszierenden Substanzen 25 ausgeschlossen.

Der Anregungsbereich liegt im sichtbaren und gegebenenfalls zusätzlich im nahen IR. Dieser Bereich deckt sich mit dem Strahlungsbereich von starken 30 Lichtquellen, wie Halogenlampen, Blitzlampen und Xenonbogenlampen. Aus diesem Grund können bei den erfindungsgemäßen Wertpapieren sehr geringe Stoffmengen eingesetzt werden. Wegen der geringen er-

5 Forderlichen Stoffmenge ist eine Verarbeitung in für Wertpapieren üblichen Druckverfahren möglich. Weiterhin ist wegen der geringen Stoffmenge ein Nachweis, beispielsweise durch chemische Analyse, außerordentlich erschwert.

10 Bei üblichen "durchsichtigen", d. h. im sichtbaren wenig absorbierenden kristallinen Seltenerdmetall-Luminophoren sind für eine effektive Anregung und Emission verhältnismäßig große Kristalle erforderlich. Bei kleinen Korngrößen sinkt die Effektivität schnell ab und ist bei Korngrößen unter 1 μm auf unpraktikabel niedere Werte gesunken. Bei den in den erfindungsgemäßen 15 Wertpapieren eingesetzten stark absorbierenden Seltenerdmetall-Luminophoren erfolgt die Anregung von Haus aus nur in einer vergleichsweise dünnen Schicht. Das Zerkleinern der Kristalle unter 1 μm vermindert daher die Effektivität 20 nicht. Die Luminophore können aufgrund ihrer geringen Korngröße in Simultandruck- und Stahldruckfarben eingesetzt werden.

25 Die absorbierenden Wirtsgitterbestandteile können teilweise durch nichtabsorbierende Wirtsgitterbestandteile, wie beispielsweise Aluminium, Vanadium, Gallium und Indium substituiert werden. Die Eigenschaften der Unterdrückung von Lumineszenz im sichtbaren Bereich und das den starken Lichtquellen angepaßte Anregungsspektrum bleiben erhalten. 30 Die Absorption des Stoffes wird geringer und dieser läßt sich daher auch als Zusatzstoff für hellere Farbtöne einsetzen. Die gegebenenfalls

geringe Effektivität des weniger absorbierenden Luminophors wird durch die weniger störende Absorption des helleren Farbstoffes ausgeglichen. Dunkle Farben dagegen nehmen viel Anregungslicht weg, 5 d. h. man braucht zur Absicherung derselben sehr effektive, stark absorbierende, dunkle Luminophore.

Weniger stark absorbierende Wirtsgitter, bei denen die absorbierenden Wirtsgitterbestandteile zum Teil durch nicht absorbierende Wirtsgitterbestandteile ersetzt sind, können auch bei Papierzusätzen verwendet werden. Hier sind helle Zusatzstoffe erwünscht, die sich bei der Abstimmung der Papierfarbe nicht störend bemerkbar machen. Da hier Korngrößen von 20 μm leicht eingearbeitet werden können, wird ein verminderter Absorptionskoeffizient durch die größeren Teilchendimensionen ausgeglichen. 10 15

20 Die absorbierte Strahlungsintensität I_{abs} zur einfallenden Intensität I_0 verhält sich wie

$$I_{\text{abs}}/I_0 = 1 - e^{-ad}$$

25 a = Absorptionskoeffizient
 d = Lichteindringtiefe

Aus der Gleichung folgt, daß bei einer Korngröße von 20 μm statt 1 μm um den Faktor 20 kleinerer Absorptionskoeffizient genügt, um 30 pro Teilchen dieselbe Lichtmenge zu absorbieren. e- ren.

20.10.01

Weniger stark absorbierende Wirtsgitter lassen gemäß obenstehender Gleichung bei dünnen Schichten das meiste Anregungslicht wirkungslos hindurchtreten. Bei stark absorbierenden Wirtsgittern wird das einfallende Licht fast vollständig absorbiert und im Falle hohen Quantenwirkungsgrades fast vollständig in Lumineszenzlicht umgewandelt. Luminophore mit stark absorbierendem Wirtsgitter bieten sich damit außer für Druckverfahren mit geringem Farbauftag, z. B. dem Offset-Druck, auch für die Absicherung von Wertpapieren durch Aufdampfen und Sputtern an.

Bevorzugt werden bei den erfindungsgemäßen Wertpapieren lumineszierende Substanzen eingesetzt, die lösungsmittelecht sind und allen bezüglich Banknotenfarben vorgeschriebenen Beständigkeitsprüfungen entsprechen. Bei weniger hohen Ansprüchen an die Beständigkeit können aber natürlich auch andere Stoffe, die nicht alle diese bei der Banknotenherstellung üblichen Anforderungen erfüllen, verwendet werden.

Wie bereits erwähnt, ist das Anregungsspektrum der bei den erfindungsgemäßen Wertpapieren eingesetzten Luminophore optimal an die spektrale Strahlungsverteilung von Lichtquellen mit gutem Wirkungsgrad angepaßt, die kompakt aufgebaut und unkompliziert betrieben werden können, wie beispielsweise Halogenlampen und Xenonblitzlampen. Durch den breiten Absorptionsbereich der Luminophore wird die Strahlungsintensität dieser Lichtquellen maximal genutzt.

29.07.01

Die Anregung erfolgt bei den Luminophoren über das absorbierende Wirtsgitter. Die Energie wird auf das Seltenerdmetallion übertragen. Die Emission erfolgt bei den entsprechenden Emissionslinien der Seltenerdmetallionen.

Das Wirtsgitter soll im wesentlichen im gesamten sichtbaren Bereich und gegebenenfalls zusätzlich im nahen IR-Bereich absorbieren. Es ist nicht erforderlich, daß das Wirtsgitter im gesamten sichtbaren Bereich vollständig absorbiert. Es genügt vielmehr, daß die Absorption in jenen Bereichen erfolgt, wo eine sichtbare oder gegebenenfalls im nahen IR gelegene Emission auftreten kann. Auch eine verringerte Absorption des Wirtsgitters in bestimmten Spektralbereichen ist ausreichend, so lange sichergestellt ist, daß durch die Absorption des Wirtsgitters mögliche Emissionen im Sichtbaren vermieden werden. Die gewünschten Eigenschaften der Luminophore liegen jedenfalls dann vor, wenn im Sichtbaren und möglichst auch im nahen IR-Bereich keine Emissionen auftreten und damit die Absicherung "unsichtbar" ist bzw. mit handelsüblichen Geräten, wie Bildwandlern, nicht beobachtet werden kann.

Unter "nahem IR" wird hier definitionsgemäß der Spektralbereich vom langwelligen sichtbaren Licht bis 1,1 μm verstanden. Dieser Bereich ist durch handelsübliche Bildwandler zugänglich.

Die aktiven Dotierungen sind Seltenerdmetalle, insbesondere Elemente mit den Ordnungszahlen 58 bis 71, die Emissionslinien im IR-Bereich haben. Bevorzugte Dotierungen sind einzelne oder mehrere der Stoffe Erbium, Holmium, Thulium, Dysprosium.

5 Vorzugsweise weisen die Luminophore eine Perovskit- oder eine Granatstruktur auf.

10 Unter Perovskiten werden hier Verbindungen der allgemeinen Formel



15 verstanden, wobei

A ein Seltenerdmetall und/oder Wismut und

20 X ein oder mehrere absorbierende Übergangsmetalle, vorzugsweise Kobalt, Nickel, Mangan oder Eisen bedeuten.

25 Wie bereits erwähnt, kann das Wirtsgitter ein Mischgitter aus einem absorbierenden und einem nichtabsorbierenden Gitter gleicher Struktur sein, d. h. das absorbierende Übergangsmetall X kann teilweise durch andere Elemente ersetzt sein. Insbesondere kommen in Frage dreiwertige Elemente, wie Aluminium, Gallium, Indium und Scandium sowie vierwertige zusammen mit zweiwertigen Elementen, wie Silizium oder Germanium mit Calcium, Magnesium und/oder Zink.

Als Granate werden hier insbesondere Verbindungen der nachstehend aufgeführten allgemeinen Formeln F1 bis F4 bezeichnet.

5 F1: $A_3X_{5-2x}M_xM'_xO_{12}$
 F2: $A_{3-x}B_xX_{5-x}M_xO_{12}$
 F3: $A_3Fe_{5-x}M_xO_{12}$
 F4: $A_{3-2x}B_{2x}X_{5-x}V_xO_{12}$

10

Dabei bedeutet

A in allen Fällen: ein oder mehrere Seltenerdmetalle mit Ausnahme von Neodym, Praseodym und Lanthan. Letztgenannte Elemente können nur als Gemischbestandteile vorhanden sein. Als Gemischbestandteil kommt auch Wismut in Frage.

20 X in allen Fällen: ein Element aus der Gruppe Eisen, Aluminium, Gallium und Indium,

 M': ein Element aus der Gruppe Silizium, Germanium, Zinn und Zirkonium,

25 M bei F1: ein Element aus der Gruppe Eisen, Kobalt, Nickel, Mangan und Zink,

 bei F2: ein Element aus der Gruppe Silizium, Germanium, Zinn, Tellur, Zirkonium und Titan,

30 bei F3: ein Element aus der Gruppe Aluminium, Gallium, Indium und Chrom,

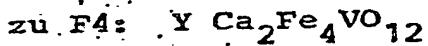
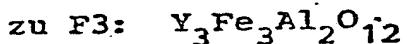
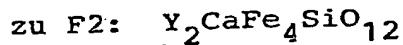
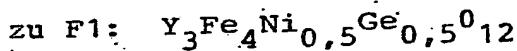
35

B:

ein Element aus der Gruppe Magnesium, Kalzium, Strontium, Barium, Mangan, Zink und Cadmium.

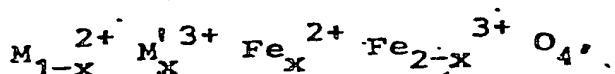
5 Wie die Formeln F1, F2 und F4 ausweisen, ist die Bildung von "Mischgranaten" nicht nur auf den gegenseitigen Ersatz von Elementen der Oxidationsstufe 3 beschränkt. Bei F1 und F2 werden sowohl 2wertige als auch 4wertige Elemente zusammen in das Gitter eingebaut, wobei durch die angegebene Stöchiometrie der notwendige Ladungsausgleich erzielt wird; bei F4 gilt gleiches für den Einbau von 2wertigen und 5wertigen Elementen; hingegen beschreibt F3 den Austausch von Eisen durch 3wertige Elemente für die kein Ladungsausgleich erfolgen muß.

Der Index x kann Werte zwischen 0 und maximal 5 annehmen, wobei dieser Wert von der Stöchiometrie begrenzt wird und sichergestellt sein muß, daß ein absorbierender Bestandteil vorliegt. Bevorzugte Beispiele von "Mischgranaten" zu den Fällen F1 bis F4 sind



30 Es versteht sich, daß diese Gitter zum Erzielen von Lumineszenz noch mit den Ionen der Seltenerdmetalle dotiert werden müssen.

35 Eine weitere geeignete Gruppe von Verbindungen sind mit Seltenerdmetallen dotierte Ferrite, der allgemeinen Formel



wobei M ein oder mehrere zweiwertige Metalle aus der Gruppe Indium, Cadmium, Kobalt, Mangan, Eisen, Nickel, Kupfer, Magnesium und M' für eine oder mehrere dreiwertige Lanthanide (Ordnungszahl 58-71) wie Ytterbium, Erbium, Thulium, Dysprosium, Holmium, Gadolinium oder Samarium steht. In diesem Fall ist zur Ladungskomensation das dreiwertige Eisen mehr oder weniger durch Eisen der Oxidationsstufe 2 ersetzt, der Index kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen.

5 Geeignete Luminophore für die erfindungsgemäßen Wertpapiere werden nachstehend anhand von Beispielen näher beschrieben.

Beispiel 1

15 Herstellung von Erbium-aktiviertem-Yttrium-Eisen-Indium-Mischgranat $Y_{2,8}Fe_4InO_{12}:Er_{0,2}$

63,22 g Yttriumoxid Y_2O_3 , 7,65 g Erbiumoxid Er_2O_3 ,
64 g Eisenoxid Fe_2O_3 , 27,76 g Indiumoxid In_2O_3 ,
20 und 60 g entwässertes Natriumsulfat Na_2SO_4 werden innig vermischt, im Aluminiumoxidtiegel 6 Stunden auf 840°C erhitzt, erneut vermahlen und weitere 14 Stunden auf 1100°C erhitzt.

25 Nach dem Abkühlen wird das Reaktionsprodukt zerkleinert, mit Wasser das Flubmittel herausgewaschen und bei 100°C an Luft getrocknet. Zur Erzielung einer möglichst hohen Kornfeinheit wird das Pulver anschließend in einer Rührwerkskugelmühle vermahlen.

30 Man erhält ein hellgrünes Pulver mit einer mittleren Korngröße von kleiner 1μm.

Bei Anregung mit sichtbarem Licht zeigte dieser Luminophor, der ein aus Fig. 1 ersichtliches Anregungsspektrum aufweist keinerlei Lumineszenz im sichtbaren Bereich, jedoch wie aus Fig. 2 ersichtlich eine besonders starke Lumineszenz-
5 emission mit charakteristischer Struktur bei etwa $1,5 \mu\text{m}$ im IR-Bereich, wo das Wirtsgitter optisch transparent ist. Auch bei Anregung im UV- und IR-Bereich konnte keine Lumineszenz
10 im sichtbaren Bereich beobachtet werden.

Demgegenüber zeigen übliche mit Erbium dotierte Luminophore mit transparentem Wirtsgitter eine grüne Lumineszenz bei $0,52$ bis $0,55 \mu\text{m}$. Bei den erfindungsgemäß verwendeten Luminophoren tritt diese grüne Lumineszenz wegen der im sichtbaren Bereich absorbierenden Wirtsgitter nicht auf. Die verbleibende Infrarot-Lumineszenz bei etwa $1,5 \mu\text{m}$ ist intensiver als bei üblichen transparenten Wirtsgittern. Diese Fluoreszenz liegt auch außerhalb des mit handelsüblichen Bild-
20 wandlern zugänglich nahen IR-Bereich.

In Fig. 4 ist die spektrale Strahlungsverteilung einer Xenon-Blitzlampe und in Fig. 5 die spektrale Strahlungsverteilung einer Halogenglühlampe gezeigt. Das Anregungsspektrum (Fig. 1) lässt erkennen, daß dieses den genannten starken
25 Lichtquellen optimal angepaßt ist.

29.05.81

Beispiel 2

Herstellung von $Y_{0,8}MnO_3:Er_{0,2}$

5 18,06 g Yttriumoxid Y_2O_3 , 7,65 g Erbiumoxid Er_2O_3 und
17,39 g Braunstein MnO_2 werden intensiv miteinander in
einer Achatmühle gemischt, im Platintiegel abgefüllt
und 96 Stunden lang auf 900°C erhitzt.

10 Man erhält ein schwarzes Pulver, das bei Anregung
im Sichtbaren und nahen Infrarot eine Lumineszenz
bei 1,5 μm zeigt, aber keinerlei Emission im sicht-
baren Bereich.

15 Das Remissionsspektrum dieses Luminophors ist in
Fig. 3 gezeigt. Daraus ist ersichtlich, daß eine
starke Absorption im sichtbaren Bereich bis etwa
1000 μm -vorliegt und sich danach im IR-Bereich
ein optisches Fenster anschließt.

20

Beispiel 3

Herstellung von $Y_{0,8}CoO_3:Er_{0,2}$

25 18,06 g Yttriumoxid Y_2O_3 , 7,65 g Erbiumoxid Er_2O_3 und
16 g Kobaltoxid Co_3O_4 werden wie unter Beispiel '2 behandelt.
Man erhält ein grau-schwarzes Pulver, das bei An-
regung im Sichtbaren und nahen Infrarot eine Lu-
mineszenz bei 1,5 μm zeigt, aber keinerlei Emission
30 im sichtbaren Bereich.

Beispiel 4

Herstellung von $Y_{0,8}CoO_3:Ho_{0,2}$

5 Analog Beispiel 3; das Erbiumoxid wird durch 7,56 g Holmiumoxid Ho_2O_3 ersetzt.

Man erhält ein grau-schwarzes Pulver, das bei Anregung im Sichtbaren und nahen Infrarot eine Lumineszenz bei $2\mu m$ zeigt, aber keinerlei Emission im sichtbaren Bereich.

10

Beispiel 5

15 Herstellung von $ErFeO_3$

19,17 g Erbiumoxid Er_2O_3 , 7,99 g Eisenoxid Fe_2O_3 und 9 g entwässertes Natriumsulfat Na_2SO_4 werden sorgfältig gemischt und in einem Aluminiumoxidtiegel 14 Stunden bei $1100^\circ C$ geglüht. Nach dem Abkühlen wird das Natriumsulfat mit Wasser herausgewaschen und der Rückstand bei $100^\circ C$ an Luft getrocknet.

20

Man erhält ein ocker-farbenes Pigment, das bei Anregung im Sichtbaren und nahen Infrarot eine Lumineszenz bei $1,5 \mu m$ zeigt, aber keinerlei Emission im sichtbaren Bereich.

25

Beispiel 6

Herstellung von $\text{Er}_{0,8}\text{FeO}_3:\text{Ho}_{0,2}$

30,6 g Erbiumoxid Er_2O_3 , 7,6 g Holmiumoxid Ho_2O_3
5 16 g Eisenoxid Fe_2O_3 und 31 g entwässertes Natrium-
sulfat Na_2SO_4 werden wie unter Beispiel 4 beschrieben be-
handelt. Man erhält ein ocker-farbenes Pigment, das bei
Anregung im Sichtbaren und nahen Infrarot eine
Lumineszenz bei 1,5 μm und 2 μm zeigt, aber
10 keinerlei Emission im sichtbaren Bereich.

Beispiel 7

15 Herstellung von $\text{Yb}_{0,8}\text{FeO}_3:\text{Ho}_{0,2}$

31,5 g Ytterbiumoxid Yb_2O_3 , 7,6 g Holmiumoxid Ho_2O_3 ,
16 g Eisenoxid Fe_2O_3 und 28 g Natriumsulfat Na_2SO_4
werden wie unter Beispiel 5 beschrieben behandelt, jedoch
20 60 Stunden bei 1100°C geglüht.
Man erhält ein dunkelbraunes Pulver, das bei An-
regung im Sichtbaren und nahen Infrarot eine
Lumineszenz bei 2 μm zeigt, aber keinerlei Emission
im sichtbaren Bereich.

25

Beispiel 8

Herstellung von $\text{Y}_{0,8}\text{NiO}_3:\text{Er}_{0,2}$

30 18,06 g Yttriumoxid Y_2O_3 , 7,65 g Erbiumoxid Er_2O_3 und
14,95 g Nickeloxid NiO werden sorgfältig gemischt, in
Platinschiffchen abgefüllt und in einem Quarzrohr unter

reinem Sauerstoff 48 Stunden auf 1150° C erhitzt. Man erhält ein hellgrünes Pulver, das bei Anregung im Sichtbaren und nahen Infrarot eine Lumineszenz bei 1,5 μm zeigt, aber keinerlei Emission im sichtbaren Bereich.

Beispiel 9

10 Herstellung von $\text{Gd}_{2,8}\text{Fe}_5\text{O}_{12:\text{Tm}}_{0,2}$

101,5 g Gadoliniumoxid Gd_2O_3 , 7,72 g Thuliumoxid Tm_2O_3 , 79,9 g Eisenoxid Fe_2O_3 und 65 g Natriumsulfat Na_2SO_4 werden wie in Beispiel 8 beschrieben aufgearbeitet. Man erhält ein grünes Pulver, das bei Anregung im Sichtbaren und nahen Infrarot eine Lumineszenz bei 1,8 μm zeigt, aber keinerlei Emission im sichtbaren Bereich.

20

Beispiel 10

Herstellung von $\text{Gd}_{2,95}\text{Fe}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12:\text{Dy}}_{0,05}$

25 106,94 g Gadoliniumoxid Gd_2O_3 , 1,86 g Dysprosiumoxid Dy_2O_3 , 31,9 g Eisenoxid Fe_2O_3 , 56,3 g Galliumoxid Ga_2O_3 und 65 g entwässertes Natriumsulfat Na_2SO_4 werden sorgfältig gemischt, in Aluminiumoxidtiegel abgefüllt und 14 Stunden bei 1100° C geglüht. Nach dem Abkühlen wird das Reaktionsprodukt zerkleinert, mit Wasser das Flußmittel herausgewaschen und bei 100° C an Luft getrocknet. Zur Erzielung einer möglichst

hohen Kornfeinheit wird das Pulver anschließend in einer Rührwerkskugelmühle vermahlen. Man erhält ein hellgrünes Pulver mit einer mittleren Korngröße von ca. $1\mu\text{m}$, das bei Anregung im Sichtbaren und nahen Infrarot eine Lumineszenz bei $2,7\mu\text{m}$ zeigt, aber keinerlei Emission im sichtbaren Bereich.

Wie beispielsweise aus den zum 1. Beispiel gehörigen Anregungs- und Emissionsspektrums ersichtlich, ist für alle genannten erfindungsgemäßen Absicherungsstoffe das breite Anregungsspektrum im Sichtbaren, welches sich zum Teil bis ins nahe UV und nahe IR erstreckt, charakteristisch. In diesem Anregungsbereich werden die den Dotierungen eigenen Emissionsbereiche unterdrückt. Die in den Beispielen genannten dreiwertigen Seltenenerdmetallionen haben in üblichen (nicht in diesem Bereich absorbierenden) Wirtsgittern bei UV-Anregung folgende Emissionsfarben: Dysprosium (Dy^{3+}) gelb, Thulium (Tm^{3+}) blau, Holmium (Ho^{3+}) orange-rot, Erbium (Er^{3+}) grün. In den erfindungsgemäßen Pigmenten treten diese Emissionen nicht auf. Die Beispiele würden so gewählt, daß nicht nur im sichtbaren Bereich, sondern auch im nahen IR-Bereich, in dem Bildwandler arbeiten, keine Emissionen auftreten.

Die Wertpapiere gemäß der Erfindung können mit den Luminophoren in vielfältiger Weise ausgestattet werden. Die Luminophore können in die Druckfarben, in das Papier oder in einen Sicherheitsfaden eingebracht werden. Das Einbringen

in das Papier selbst ist deshalb möglich, weil das Papier in weiten Bereichen des IR keine Absorption zeigt. Von besonderer Bedeutung ist, daß die Luminophore wegen ihrer Kornfeinheit und hohen Effektivität auch beim Guillochendruck eingesetzt werden können.

Nachstehend wird die Herstellung von Offset-Druckfarben mit den erfindungsgemäß eingesetzten Luminophoren beispielhaft beschrieben.

100 g eines ölmodifizierten Urethanalkydharzes, 10 g Zirkonoctoat, 60 g Scheuerpaste, 160 g gebleichtes Leinöl, 250 g phenolmodifiziertes Kolophonumharz und 210 g hochsiedendes aromatenfreies Mineralöl wurden auf einem Dreiwalzenstuhl innig vermischt. In diesem Firnis wurden 100 g des Luminophors gemäß Beispiel 1 und 100 g eines Farbpigmentes zur Erzielung eines bestimmten Farbtones, z. B. Permanentgelb H10G, Hansarot 3B, Hostapermgrün 8G oder Hostapermblau AR, zugegeben (alles eingetragene Warenzeichen der Fa. Hoechst). Es wurde jeweils eine dem Farbpigment entsprechende intensiv gefärbte Druckfarbe erhalten.

25 Zur Erzielung hellerer Farbtöne wurde der Anteil des Farbpigmentes verringert und anstelle des Luminophors gemäß Beispiel 1 jener des Beispiels 8 verwendet.

30 Firnis, Farbpigment und Luminophor wurden auf dem Dreiwalzenstuhl innig vermischt. Die erhaltenen Druckfarben zeigten sich für den Banknoten-Guillochen-

29.05.01

druck geeignet, ohne daß sich Linienüberschneidungen und Schlingen zusetzen.

5 Ein geeignetes Prüfgerät zur Echtheitsbestimmung der Luminophore ist aus Fig. 6 ersichtlich. Dabei wird eine zu untersuchende Banknote 1 mittels einer nicht dargestellten Transportvorrichtung auf einem Tisch 2 über ein Fenster 3 gebracht. Aus dem Fenster 3 tritt gebündeltes Anregungslicht, welches von den Beleuchtungseinheiten 6, 7 und 8 herröhrt. Die Beleuchtungseinheiten bestehen aus Lampen 9, 10 und 11, Linsen 14, 13 und 12, welche das von den jeweils 10 betätigten Lampen 9, 10 oder 11 ausgehende Licht in einem parallelen Strahlengang umwandeln und Interferenzfilter 16, 17 und 18, welche vom Licht der Lampen 9, 10 und 11 jeweils nur den gewünschten Spektralbereich zum Prüfbereich der Banknote 15 hindurchlassen. Die spektrale Emission der Lampen 9, 10 und 11 muß dementsprechend derart beschaffen 20 sein, daß der durch die jeweiligen Interferenzfilter 16, 17 und 18 bestimmte Spektralbereich möglichst gleichmäßig mit Lichtstrahlung abgedeckt wird.

Das von den Beleuchtungseinheiten 6, 7 und 8 durch die Interferenzfilter 16, 17 und 18 hindurchtretende Licht wird über dichroitische Spiegel 19 und 20 zur Sammellinse 21 geführt und durch diese im Prüfbereich 15 der Banknote 1 gebündelt. Zwischenwände 28 sorgen dafür, daß ausschließlich 30 das durch die Interferenzfilter gefilterte Licht zum Prüfbereich 15 der Banknote gelangt und Streulicht unterdrückt wird.

Mittels des von der Sammellinse 21 im Prüf-
reich 15 gebündelten Anregungslichtes werden die
im Prüfbereich befindlichen Lumineszenzstoffe
zur Emission angeregt, wenn dies aufgrund der
5 Lumineszenzeigenschaften der Stoffe möglich ist.

Die von den Lumineszenzstoffen emittierte Strah-
lung wird über eine weitere Sammellinse 24 in eine
ebenfalls abgeschlossene Kammer 5 projiziert, in
10 der mehrere Lichtempfangseinheiten 25, 26 und 27
angeordnet sind. Ähnlich dem Aufbau der Beleuch-
tungseinheiten 6, 7 und 8 sind auch die Licht-
empfangseinheiten durch Zwischenwände 28
voneinander getrennt. Mittels dichroitischer Spie-
15 gel 30 und 31 wird die vom Prüfbereich 15 kommende
Strahlung derart aufgeteilt, daß auf jedem der
Fotodetektoren 32, 33 und 34 mit Hilfe von Sammel-
linsen 37, 36 und 35 ein Teil der emittierten Strah-
lung gebündelt werden kann. Mittels der Interferenz-
20 filter 40, 39 und 38 wird sichergestellt, daß von
den Fotodetektoren lediglich Strahlung genau de-
finierter Wellenlängenbereiche erfaßt wird.

Die dargestellte Vorrichtung erlaubt es, einen im
25 Prüfbereich 15 befindlichen Luminophor wechselweise
getaktet mit verschiedenen Anregungsstrahlungen aus
genau definierten Wellenlängenbereichen zu bestrah-
len. Mit Hilfe der in der Kammer 5 angeordneten
Lichtempfangseinheiten kann außerdem die von dem
30 Luminophor emittierte Strahlung ebenfalls in exakt
definierte unterschiedliche Wellenlängenbereiche
unterteilt empfangen und gemessen werden.

5 Taktet man mittels einer nicht dargestellten Steuer-
einheit die einzelnen Beleuchtungseinheiten der Reihe
nach durch und erfaßt man die vom Prüfbereich 15 emit-
tierte Strahlung taktsynchron mittels der Lichtempfangs-
10 einheiten, so kann ein in vorgegebenen Bereichen be-
liebiges Emissionsspektrum anhand von bis zu 9 Meß-
werten mit sehr hoher Zuverlässigkeit vermessen und
15 identifiziert werden. Die 9 Meßwerte entsprechen
einer 3×3 Matrix, welche entsteht, wenn man zu je-
der der drei Anregungen die Emission in den
20 drei spektral begrenzten Meßbereichen feststellt.

25 Neben dem bereits genannten Vorteil, daß in der be-
schriebenen Vorrichtung keine bewegliche Teile
30 Verwendung finden, durch die die Funktionsfähigkeit
beeinträchtigt bzw. die Störanfälligkeit erhöht wer-
den könnte, erhält man durch die ortsfeste Anordnung
aller Bauteile den weiteren Vorteil der einfachen
und betriebssicheren Anordnung und Justierung aller
Bauteile. Des weiteren ist durch die Prüfung einer
35 "spektralen Matrix" eine besonders einfache und be-
sonders sichere Identifizierung von Luminophoren
gegeben. Da ein Lumineszenzstoff schon mit drei
oder vier der möglichen Prüfungen relativ ein-
deutig zu identifizieren ist, erhält man mit der
40 in Fig. 6 gezeigten Anordnung eine Prüvorrichtung,
die allein über steuerungstechnische Maßnahmen
(Software) die optimale Anpassung an verschiedenste
Lumineszenzstoffe ermöglicht. Bei der individuellen
45 Anpassung der Einzelprüfungen an einen zu identifi-
zierenden Luminophor wird dabei vorteilhafterweise

nicht nur die Prüfung von spektralen Emissionsmaxima vorgenommen, sondern auch das Vorliegen von charakteristischen Minima, bei schmalbandigen Lumineszenzstoffen gegebenenfalls direkt neben den Maxima, erfaßt.

Wegen der großen Zahl der Filter in den verschiedenen Kanälen ist aus der Anordnung und dem Vorhandensein der optischen Bauelemente kein direkter Rückschluß auf die zu prüfenden Merkmalsstoffe möglich. Dies stellt einen zusätzlichen Schutz vor Ausspähung der Merkmalseigenschaften dar. Durch einfache Änderung der individuellen auf einen Lumineszenzstoff zugeschnittenen und im jeweiligen Prüfprogramm gespeicherten Prüfmatrix ist außerdem die Umstellung auf einen anderen Lumineszenzstoff möglich. Mechanische Eingriffe in die Prüfoptik sind hierfür nicht notwendig.

3121491

37.

23.1.66

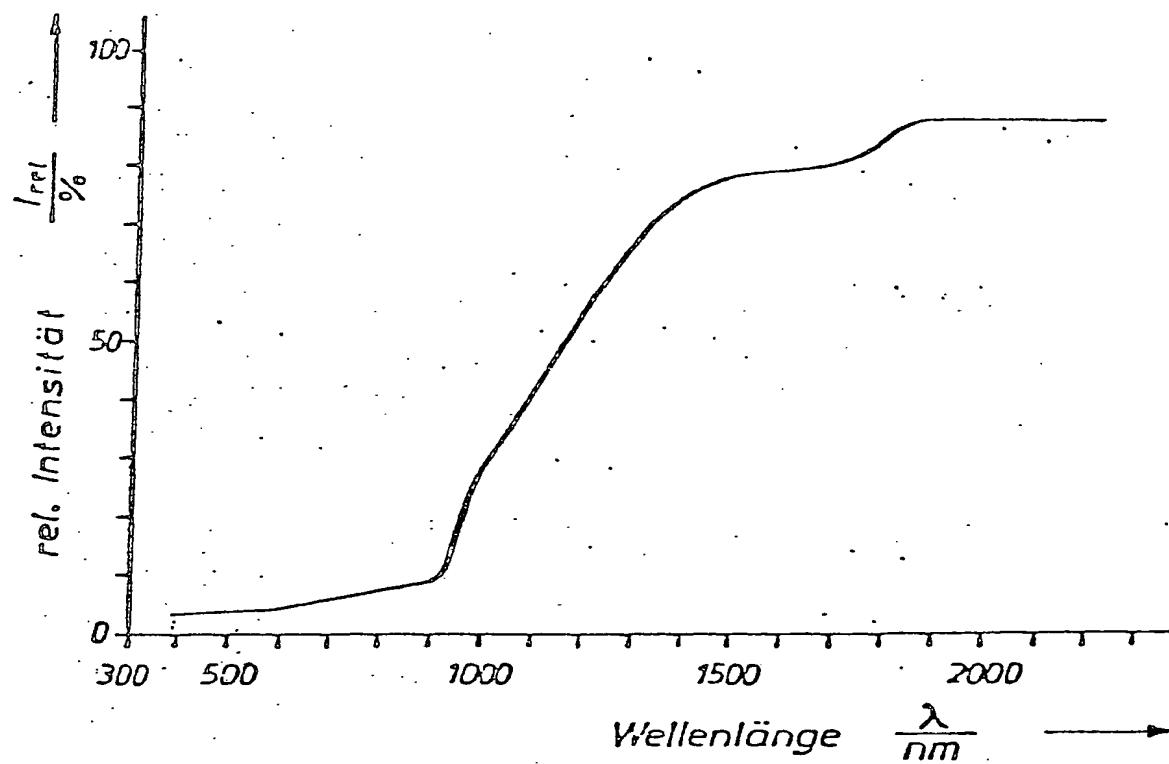


Fig. 3

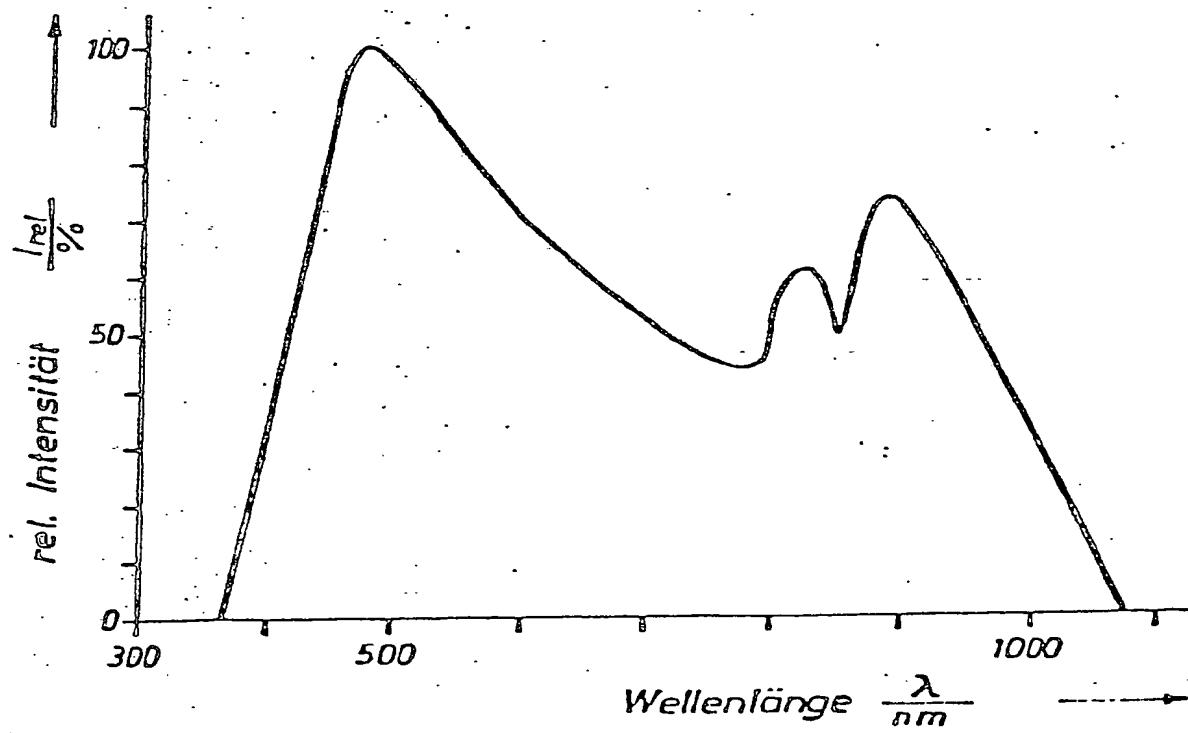
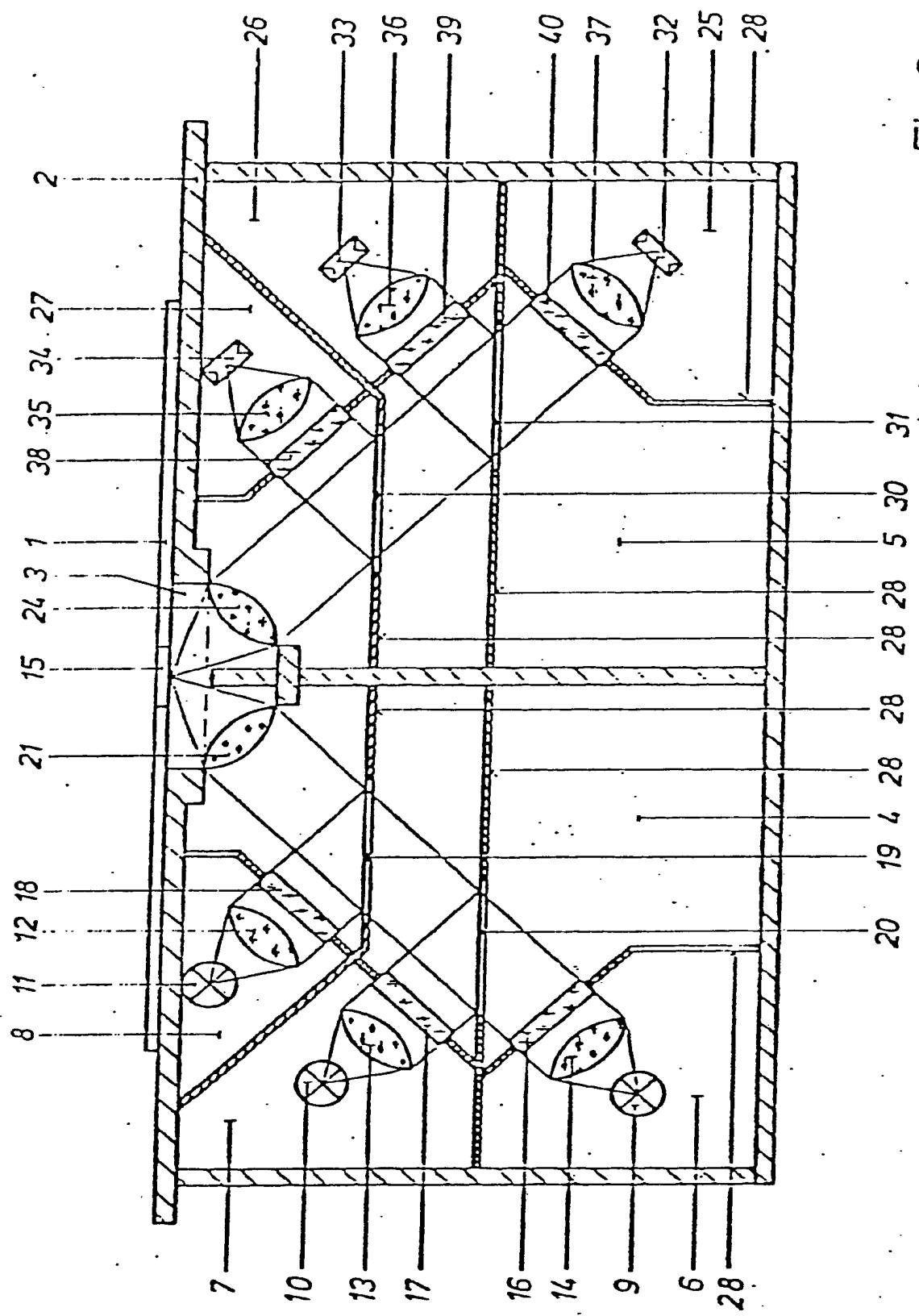


Fig. 4



- 39 -

Nummer: 3121491
 Int. Cl. 3: B 44 F 1/12
 Anmeldetag: 29. Mai 1981
 Offenlegungstag: 13. Mai 1982

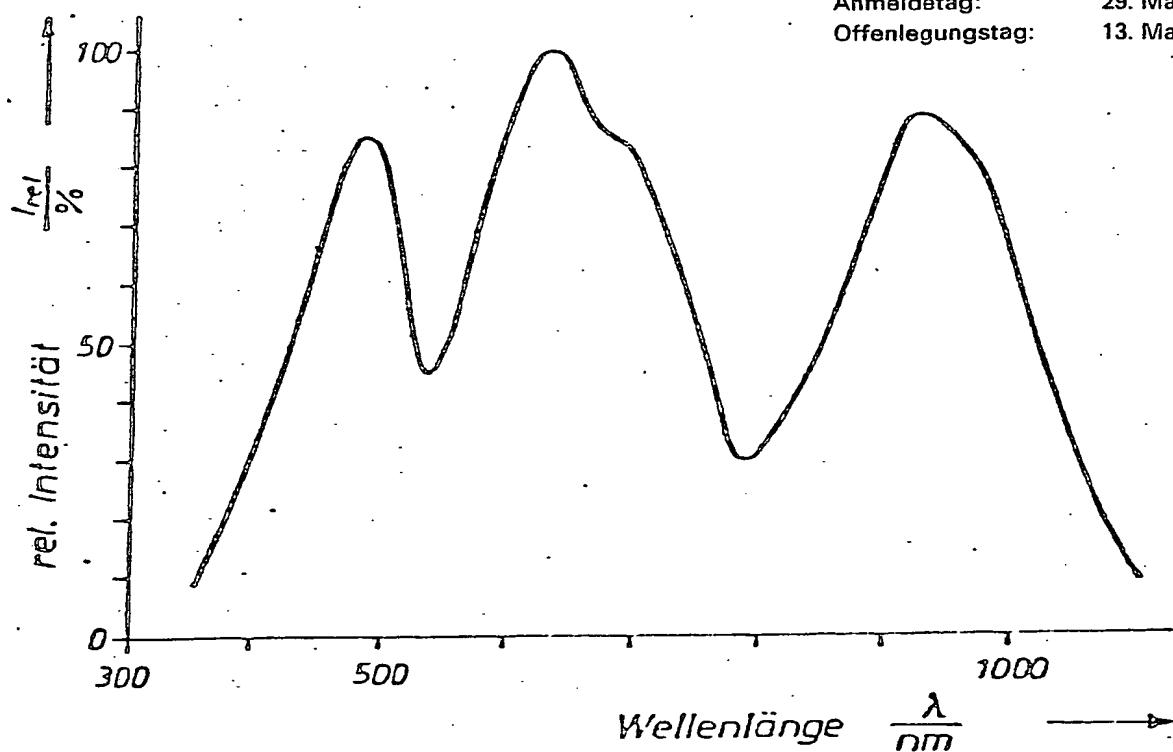


Fig. 1

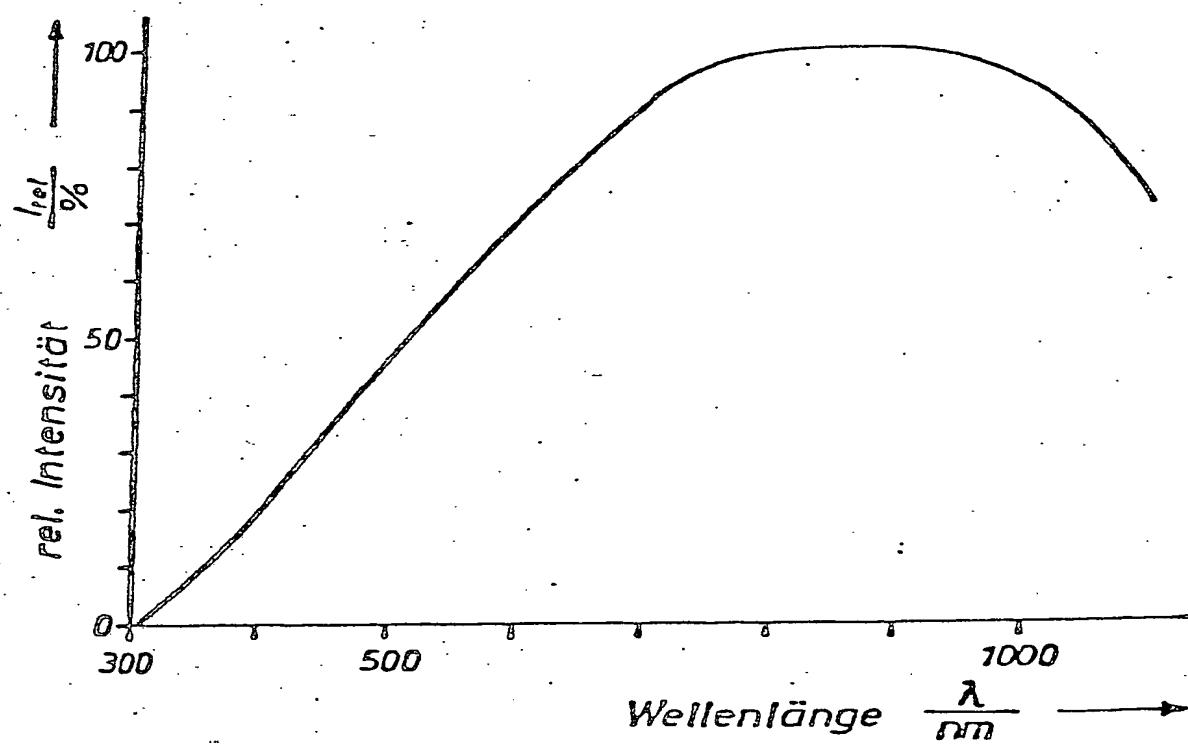


Fig. 5

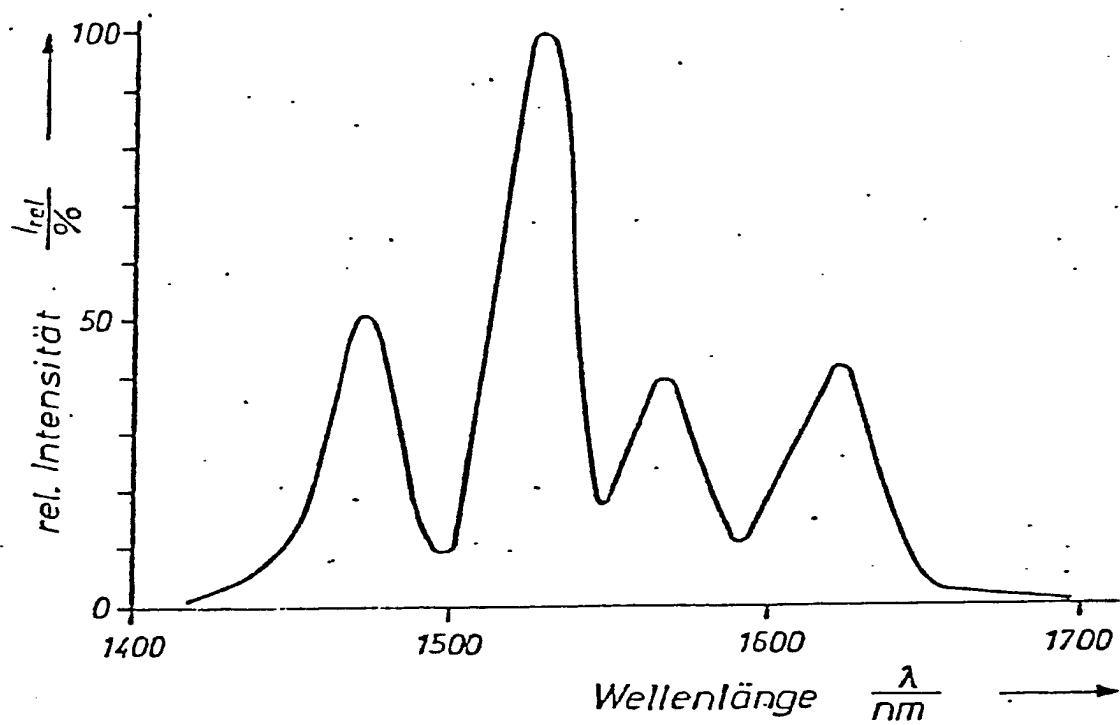


Fig. 2